

**PREDIKSI RETURN PORTOFOLIO MENGGUNAKAN  
METODE KALMAN FILTER  
(Studi Kasus pada Harga Saham Bulanan PT Mayora Indah Tbk  
dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bulan Januari 2005  
sampai Desember 2015)**



---

---

**SKRIPSI**

---

---

**Disusun Oleh :**

**DITA ROSITA SARI**

**24010212130074**

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2016**

**PREDIKSI RETURN PORTOFOLIO MENGGUNAKAN  
METODE KALMAN FILTER  
(Studi Kasus pada Harga Saham Bulanan PT Mayora Indah Tbk  
dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bulan Januari 2005  
sampai Desember 2015)**

**Oleh**

**DITA ROSITA SARI**

**24010212130074**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains pada Departemen Statistika**

**DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2016**

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Prediksi Return Portofolio Menggunakan Metode Kalman Filter  
(Studi Kasus pada Harga Saham Bulanan PT Mayora Indah Tbk  
dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bulan Januari 2005  
sampai Desember 2015)

Nama : Dita Rosita Sari

NIM : 24010212130074

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 30  
Agustus 2016

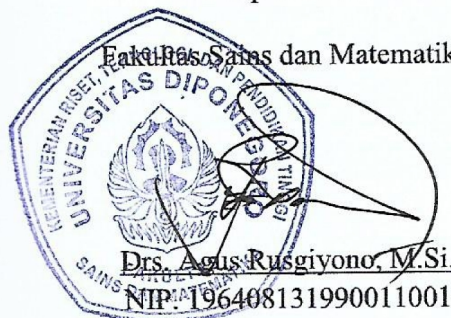
Semarang, September 2016

Mengetahui,

a.n. Ketua Departemen Statistika

Sekretaris Departemen Statistika

Fakultas Sains dan Matematika



Panitia Penguji Tugas Akhir

Ketua,

Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si.  
NIP. 195709141986032001

## HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Prediksi Return Portofolio Menggunakan Metode Kalman Filter  
(Studi Kasus pada Harga Saham Bulanan PT Mayora Indah Tbk  
dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bulan Januari 2005  
sampai Desember 2015)

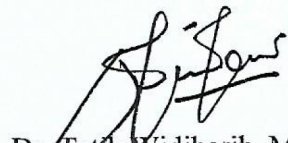
Nama : Dita Rosita Sari

NIM : 24010212130074

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 30  
Agustus 2016


Semarang, September 2016

Pembimbing I



Dr. Tatik Widiyarih, M.Si.  
NIP. 196109281986032002

Pembimbing II



Sugito, S.Si., M.Si.  
NIP. 197610192005011001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Prediksi Return Portofolio Menggunakan Metode Kalman Filter (Studi Kasus pada Harga Saham Bulanan PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk Bulan Januari 2005 sampai Desember 2015)”**. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si. selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dr. Tatik Widiharini, M.Si. sebagai pembimbing I dan Bapak Sugito, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan laporan ini.
3. Bapak dan Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung penulis menyelesaikan penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, September 2016

Penulis

## ABSTRAK

Saham merupakan bukti pemilikan individu maupun institusi terhadap suatu perusahaan. Untuk menutup kerugian dalam berinvestasi saham, perlu dilakukan diversifikasi, yaitu menyebar risiko di beberapa saham atau biasa disebut dengan portofolio. Portofolio merupakan gabungan dua jenis investasi atau lebih yang terpilih sebagai target investasi pada kurun waktu tertentu dengan ketentuan tertentu. Untuk meminimalisir risiko dalam berinvestasi saham, perlu adanya prediksi beberapa periode kedepan. Prediksi yang baik memiliki selisih peramalan dengan data aktual yang kecil. Salah satu metode yang dapat meminimumkan MSE adalah Kalman Filter. Kalman Filter mengestimasi suatu proses melalui mekanisme kontrol umpan balik yang disebut dengan rekursi. Variabel yang digunakan adalah *return* portofolio saham bulanan PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk pada bulan Januari 2005 sampai Desember 2015. Data pada bulan Januari 2005 hingga Desember 2014 digunakan untuk meramalkan *return* portofolio tahun 2015. Kemudian hasil peramalan 2015 dibuat interval dan dibandingkan dengan data aktual 2015. Jika data aktual berada dalam interval, maka dapat dilakukan peramalan tahun 2016 dengan metode Kalman Filter. Nilai MSE dengan metode Kalman Filter sebesar 0.00225 dan nilai MSE dengan metode *Box-Jenkins* sebesar 0.00253, sehingga metode Kalman Filter meminimumkan MSE.

**Kata kunci :** *Return* Portofolio, Box-Jenkins, Kalman Filter

## ABSTRACT

Stock is an evidence for individual or institutional ownership about a company. To cover losses in stocks investment, should be done diversification to spread risk in some stocks called as portfolio. Portfolio is a joint of two or more stocks investment that are choosen as investment's targets over spesific time periods and certain rules. To minimize losses in stocks investment, needed to predict portfolio return for some coming periods. Good prediction has small difference with actual data. One method that can minimize MSE is Kalman Filter. Kalman Filter estimates a process through feed back Control Mechanism called recursion. The variable used are monthly portfolio return of PT Mayora Indah Tbk and PT Indofood Sukses Makmur Tbk in January 2005 until December 2015. Data In January 2005 until December 2014 are used to predict the return portfolio for Year 2015. After that, an interval is made for those forecast results and compare with actual data. If actual data are residing in the interval, then Kalman Filter method can be used to predict portfolio return for year 2016. The MSE value with kalman Filter is 0,00225 and the MSE value with Box-Jenkis method is 0,00253, so Kalman Filter can minimize the MSE value.

**Keywords :** portfolio return, Box-Jenkins, Kalman Filter

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN I .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR SIMBOL .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beberapa Istilah .....	4
2.2 <i>Return</i> Portofolio .....	5
2.3 Analisis Runtun Waktu <i>Box-Jenkins</i> .....	6



2.3.1 Stasioneritas Data .....	7
2.3.2 <i>Autocorrelation Function</i> (ACF) dan <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF) .....	9
2.3.3 Identifikasi Model .....	10
2.3.4 Estimasi Parameter .....	12
2.3.5 Uji Signifikansi Parameter .....	14
2.3.6 Checking Model (Uji Asumsi) .....	15
2.3.7 <i>Akaike's Information Criterion</i> (AIC) .....	17
2.4 Kalman Filter .....	18
2.4.1 Representasi Ruang Keadaan .....	18
2.4.2 Proses Rekursi dan Peramalan Kalman Filter .....	23
2.5 Estimasi Interval .....	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Sumber Data .....	29
3.2 Variabel penelitian .....	29
3.3 Langkah-langkah Analisis Data .....	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Data .....	33
4.2 <i>Return</i> Portofolio .....	33
4.3 Analisis Runtun Waktu <i>Box-Jenkins</i> .....	37
4.3.1 Stasioneritas Data .....	37
4.3.2 Identifikasi Model .....	39
4.3.3 Uji Signifikansi Parameter .....	40

4.3.4 <i>Checking Model (Uji Asumsi)</i> .....	42
4.3.5 <i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i> .....	46
4.4 Kalman Filter .....	46
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN .....	56

## DAFTAR SIMBOL

$t$	: waktu dalam bulan (sebagai indeks)
$T$	: banyaknya observasi
$i$	: index saham
$N$	: banyaknya saham
$T_i$	: banyaknya observasi pada saham $i$
$T_{ij}$	: banyaknya observasi pada saham $i$ dan $j$
$t_i$	: indeks waktu dalam bulan pada saham $i$
$t_{ij}$	: indeks waktu dalam bulan pada saham $i$ dan $j$
$\mathbf{y}_t$	: <i>return</i> portofolio pada waktu $t$ (variabel observasi pada waktu $t$ )
$R_{ti}$	: <i>return</i> aset saham $i$ pada waktu $t$
$R_{tj}$	: <i>return</i> aset saham $j$ pada waktu $t$
$P_{ti}$	: harga saham $i$ pada waktu $t$
$P_{ti-1}$	: harga saham $i$ pada waktu $t-1$
$\mu_i$	: rata-rata saham $i$
$\mu_j$	: rata-rata saham $j$
$\sigma_{ii}^2$	: variansi <i>return asset</i> saham $i$
$\sigma_{ij}^2$	: kovarian <i>return asset</i> saham $i$ dan $j$
$\mathbf{w}$	: vektor bobot
$w_i$	: bobot saham $i$
$\Sigma$	: matriks varian kovarian observasi
$\Sigma^{-1}$	: invers dari matriks varian kovarian observasi

$\mathbf{1}_N$	: vektor kolom dengan elemen 1 sebanyak N baris
$\mathbf{y}_{t+k}$	: hasil peramalan k langkah ke depan
$\lambda$	: <i>rounded value</i> pada uji <i>Box Cox</i>
$\phi$	: parameter model <i>autoregressive</i>
$\phi_b$	: parameter model <i>autoregressive</i> ke $b$
$a_t$	: residual observasi pada saat $t$
$\alpha$	: taraf kesalahan dalam pengambilan keputusan (taraf signifikansi)
$p$	: orde pada model <i>autoregressive</i>
$\theta$	: parameter model <i>moving average</i>
$\theta_b$	: parameter model <i>moving average</i> ke $b$
$q$	: orde pada model <i>moving average</i>
$\gamma_g$	: fungsi autokovarian lag ke $g$
$\mathbf{P}_g$	: matriks autokorelasi berukuran $g \times g$
$\phi_{gg}$	: matriks autokorelasi parsial berukuran $g \times g$
B	: notasi <i>backward</i> pada metode ARMA
$e_t$	: residual model ARCH
$d$	: tingkat differensi
$b$	: indeks parameter model <i>autoregressive</i> dan <i>moving average</i>
$\rho_g$	: fungsi autokorelasi
$g$	: lag
G	: lag maksimum
$F_0(y)$	: fungsi distribusi kumulatif normal (fungsi distribusi yang dihipotesiskan)

- $S(y)$  : proporsi nilai-nilai observasi yang kurang dari atau sama dengan  $y$   
(fungsi distribusi empirik)
- $R^2$  : koefisien determinasi
- $\epsilon$  : distribusi identik dari variabel random dengan  $mean = 0$  dan varian = 1
- $\xi_t$  : vektor yang diperoleh dari model  $AR(p)$ ,  $MA(q)$  atau  $ARMA(p, q)$   
berukuran  $(p \times 1)$
- $B$  : matriks parameter dari variabel  $\xi_t$  berukuran  $(p \times p)$
- $m$  :  $\mu$  dari model ARMA
- $z$  : vektor parameter dari variabel  $\xi_t$  berukuran  $((q+1) \times 1)$
- $v_t$  : vektor *white noise* dari ruang keadaan berukuran  $(p \times 1)$
- $Q$  : matriks dari *white noise*  $v_t$  berukuran  $(p \times p)$
- $n$  : banyaknya parameter dari variabel terobservasi
- $\xi_{t|t-1}$  : prediksi dari variabel  $\xi_t$  berberdasarkan pada waktu  $t-1$
- $A_{t|t-1}$  : MSE dari variabel  $\xi_t$  berberdasarkan pada waktu  $t-1$
- $\hat{\xi}_{t+k|t}^-$  : pra-estimasi untuk prediksi pada waktu  $t+k$  bersyarat  $t$
- $A_{t+k|t}^-$  : MSE pada pra-estimasi
- $\hat{\xi}_{t+k|t}$  : pasca estimasi untuk prediksi pada waktu  $t+k$  bersyarat  $t$
- $A_{t+k|t}$  : MSE pada pasca estimasi
- $L$  : batas bawah
- $U$  : batas atas
- $\Omega$  : ruang parameter berupa interval
- $f(y_{t+k})$  : densitas untuk  $y_{t+k}$

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Nilai dan Transformasinya.....	9
<b>Tabel 2.</b> Rangkuman sifat ACF/PACF dari model ARMA .....	12
<b>Tabel 3.</b> Uji Stasioneritas <i>Augmented Dickey-Fuller</i> .....	37
<b>Tabel 4.</b> Uji Signifikansi Parameter Model <i>Return</i> Portofolio .....	42
<b>Tabel 5.</b> Nilai Statistik <i>Ljung-Box</i> .....	43
<b>Tabel 6.</b> Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	45
<b>Tabel 7.</b> Nilai <i>Akaike's Information Criterion</i> (AIC) .....	46
<b>Tabel 8.</b> Prediksi <i>Return</i> Portofolio Tahun 2015, Estimasi Interval, dan Data Aktual .....	49
<b>Tabel 9.</b> Perbandingan MSE Peramalan <i>Return</i> Portofolio 2015 dengan Metode Kalman Filter dan Box Jenkins .....	50
<b>Tabel 10.</b> Prediksi <i>Return</i> Portofolio Tahun 2016 .....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.</b> Siklus Kerja Kalman Filter .....	27
<b>Gambar 2.</b> Diagram Alir Analisis Data .....	31
<b>Gambar 3.</b> Plot <i>Box Cox Return</i> Portofolio .....	39
<b>Gambar 4.</b> Plot ACF <i>Return</i> Portofolio .....	39
<b>Gambar 5.</b> Plot PACF <i>Return</i> Portofolio .....	40
<b>Gambar 6.</b> Normal Q-Q Plot .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Data Harga Penutupan Saham Harian PT Mayora Indah Tbk (MYOR) dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF) pada Tanggal 1 Januari 2005 sampai 30 Desember 2015 .....	58
<b>Lampiran 2.</b> Rata-rata Harga Saham Bulanan, <i>Return</i> Masing-masing Saham, dan <i>Return</i> Portofolio PT Mayora Indah Tbk (MYOR) dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF) pada Bulan Januari 2005 sampai Desember 2014 .....	90
<b>Lampiran 3.</b> Estimasi Parameter dan Verifikasi Model ARMA pada <i>Return</i> Portofolio pada Bulan Januari 2005 sampai Desember 2014 ....	93
<b>Lampiran 4.</b> Prediksi <i>Return</i> Portofolio dengan Kalman Filter Tahun 2015 .	103
<b>Lampiran 5.</b> Prediksi <i>Return</i> Portofolio dengan Kalman Filter Tahun 2016 .	107



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Investasi pada hakikatnya merupakan penempatan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan untuk memperoleh keuntungan di masa mendatang. Umumnya investasi dibedakan menjadi dua, yaitu investasi pada aset keuangan dan investasi pada aset riil. Investasi pada aset keuangan yang dilakukan di pasar uang, misalnya berupa sertifikat deposito, surat berharga, dan surat berharga pasar uang, serta di pasar modal, misalnya berupa saham, obligasi, waran, dan opsi. Investasi pada aset riil diwujudkan dalam bentuk pembelian aset produktif, yaitu pendirian pabrik, pembukaan pertambangan, dan pembukaan perkebunan (Halim, 2003).

Menurut Anoraga dan Pakarti (2006), saat ini dengan semakin banyaknya emiten yang mencatatkan sahamnya di bursa efek, perdagangan saham semakin marak dan menarik para investor untuk terjun dalam jual beli saham. Saham dapat didefinisikan surat berharga sebagai bukti pernyataan atau kepemilikan individu maupun institusi terhadap suatu perusahaan. Apabila seorang investor membeli saham, maka ia akan menjadi pemilik dan disebut sebagai pemegang saham perusahaan tersebut.

Menurut Brealey and Myers (2003), investor yang bijaksana tidak akan menempatkan semua uang mereka ke dalam satu instrumen investasi. Hal ini dilakukan supaya jika salah satu instrumen investasi mengalami kerugian, masih

ada instrumen investasi lain bisa diharapkan menutup kerugian tersebut. Gabungan dari instrumen investasi ini yang disebut sebagai portofolio.

Risiko yang tak terhindarkan harus diminimalisir sehingga perlu adanya prediksi beberapa periode ke depan. Prediksi yang baik memiliki selisih peramalan dengan data aktual yang kecil. Salah satu metode yang dapat meminimumkan MSE (*Mean Squared Error*) adalah Kalman Filter. Kalman Filter mengestimasi suatu proses melalui mekanisme kontrol umpan balik yang disebut dengan rekursi. Persamaan untuk Kalman Filter dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu persamaan update waktu dan persamaan update pengukuran. Persamaan update waktu bertugas untuk mendapatkan nilai pra-estimasi untuk waktu selanjutnya, sedangkan persamaan update pengukuran bertugas untuk keperluan umpan balik, yaitu memadukan hasil pasca estimasi dengan nilai pra-estimasi untuk mendapatkan nilai estimasi yang lebih baik (meminimumkan MSE) (Makridakis *et al.*, 1999).

Pada penulisan tugas akhir ini, akan diambil studi kasus untuk memprediksi *return* portofolio menggunakan metode *Kalman Filter*. Data yang digunakan adalah harga penutupan saham PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk pada bulan Januari 2005 sampai Desember 2015.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pembobotan *return* aset masing-masing saham bulanan PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk.
2. Model peramalan *return* portofolio saham bulanan dengan menggunakan metode *Box-Jenkins*.
3. Memprediksi *return* portofolio pada tahun 2016 menggunakan metode *Kalman Filter*.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Pada penulisan tugas akhir ini data yang akan digunakan adalah rata-rata harga saham bulanan PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk pada bulan Januari 2005 sampai Desember 2015.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bobot *return* aset masing-masing saham bulanan PT Mayora Indah Tbk dan PT Indofood Sukses Makmur Tbk.
2. Menentukan model peramalan *return* portofolio saham bulanan dengan menggunakan metode *Box-Jenkins*.
3. Menentukan hasil prediksi *return* portofolio pada tahun 2016 menggunakan metode *Kalman Filter*.